



### 3.2.1. Recursos hídricos

# Tabla de contenido

- Un planeta azul
- Algunos principios de hidrología para la gestión del agua
- Amenazas a la disponibilidad del recurso.

# Objetivo



## Objetivo

Analizar cómo las prácticas y la gestión actual y futura del agua pueden amenazar la integridad ecológica, la salud humana y la seguridad hídrica.

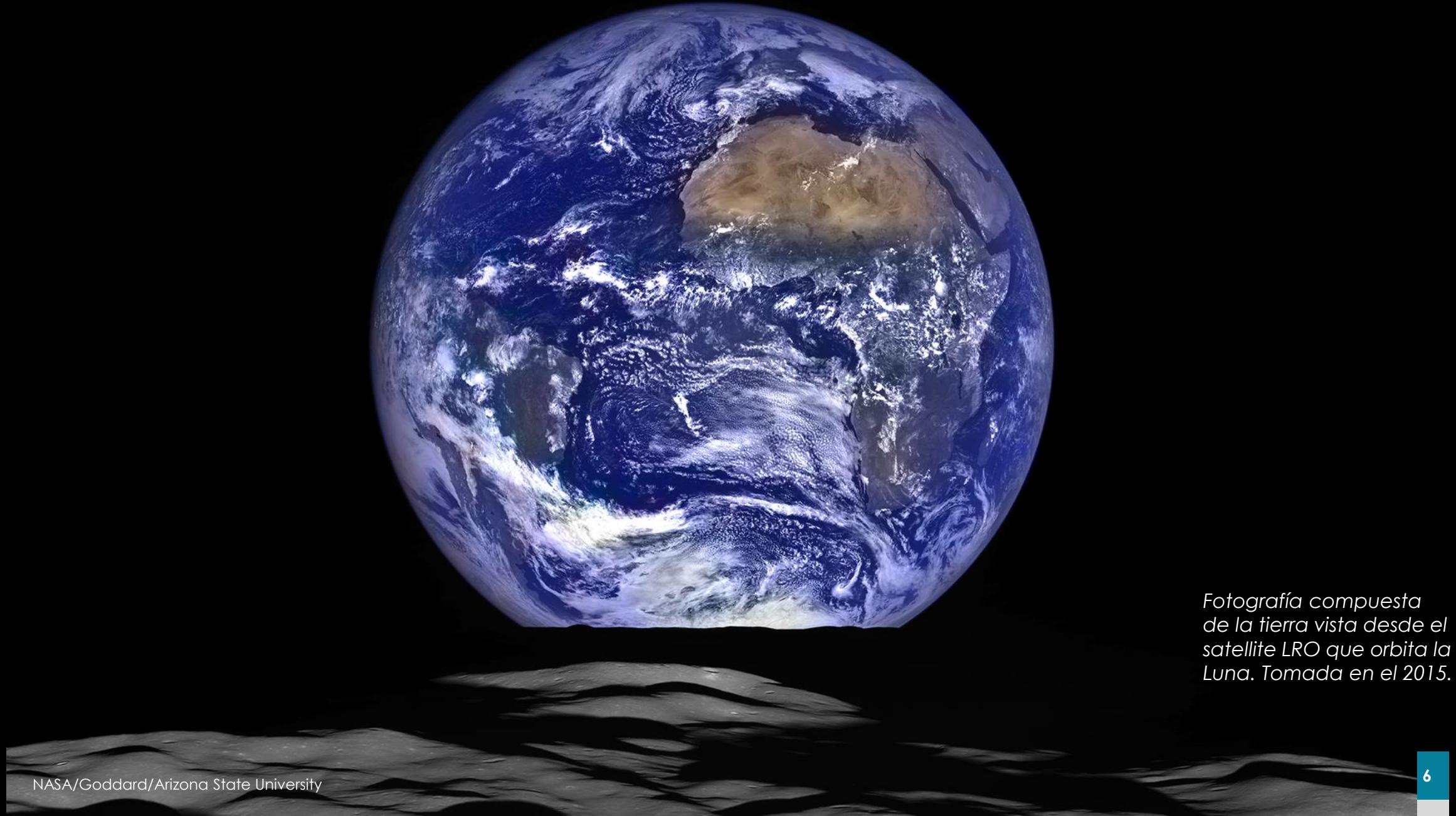
# Objetivos de aprendizaje



- Analizar la disponibilidad del agua en el planeta, los ambientes de donde ésta proviene, y los principales usos que el hombre le da hoy en día.
- Comprender la dinámica en la disponibilidad de agua y cómo el clima y las actividades humanas influyen en esta.
- Identificar las principales presiones que hoy en día ponen en riesgo la disponibilidad del agua (calidad y cantidad) para las generaciones futuras.

# Un planeta azul

El agua, origen y sustento de la vida en el planeta



*Fotografía compuesta de la tierra vista desde el satélite LRO que orbita la Luna. Tomada en el 2015.*

# Un mundo con agua abundante

## Mas sin embargo...

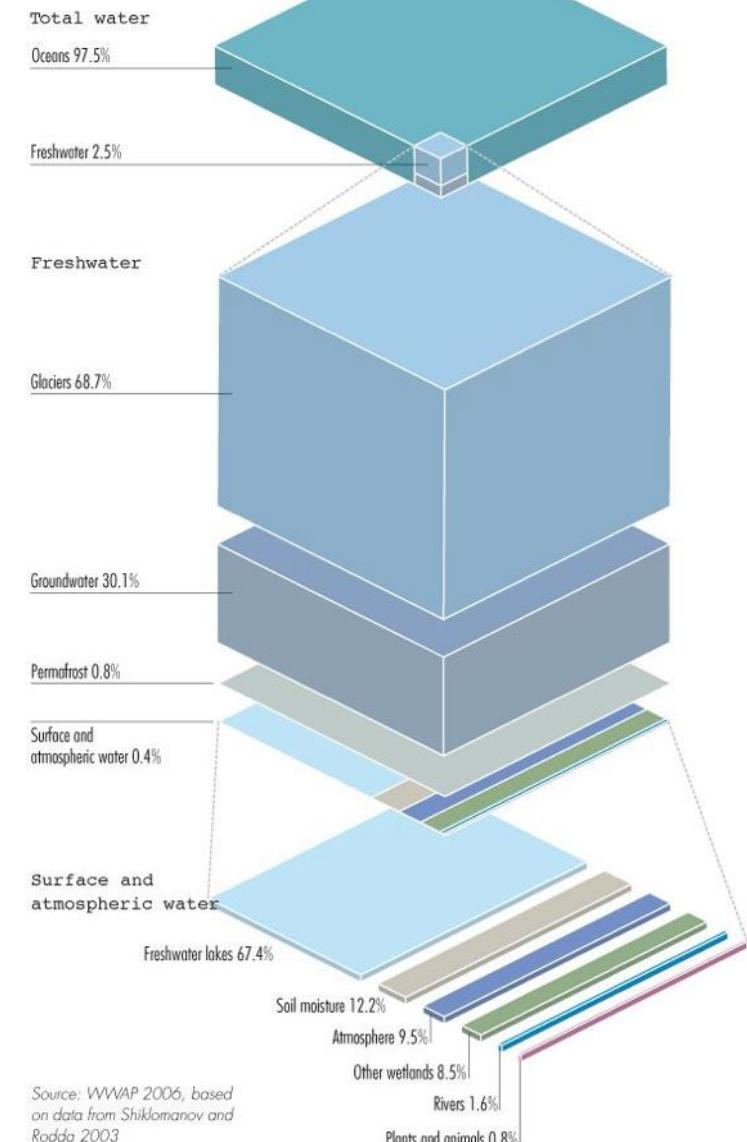
Aunque tres cuartas partes de la superficie del planeta tierra están cubiertas por agua, un poco mas del 97% corresponde al agua de mar.

Tan solo un 2.5% corresponde al agua dulce, encontrándose predominantemente en glaciares (68.7%) y aguas subterráneas (30.1%).

Tan solo un 0.4% del agua del planeta se encuentra como agua atmosférica y en cuerpos de agua superficial.

Figure 4.1 Global distribution of the world's water

Note: see Chapter 3 on water that is easily available to plants.



# ¿Dónde está el agua líquida?

- Ecosistemas de agua dulce
  - **Ecosistemas lénicos:** lagos, lagunas, humedales.
  - **Ecosistemas lóticos:** ríos, riachuelos y arroyos.
  - **Aguas subterráneas:** acuíferos
- Aguas transicionales
  - Estuarios
  - Lagunas costeras
- Ecosistemas marinos (costeros)
  - Playas arenosas y rocosas
  - Mar abierto
  - Arrecifes de coral





Fuentes de agua y mucho mas



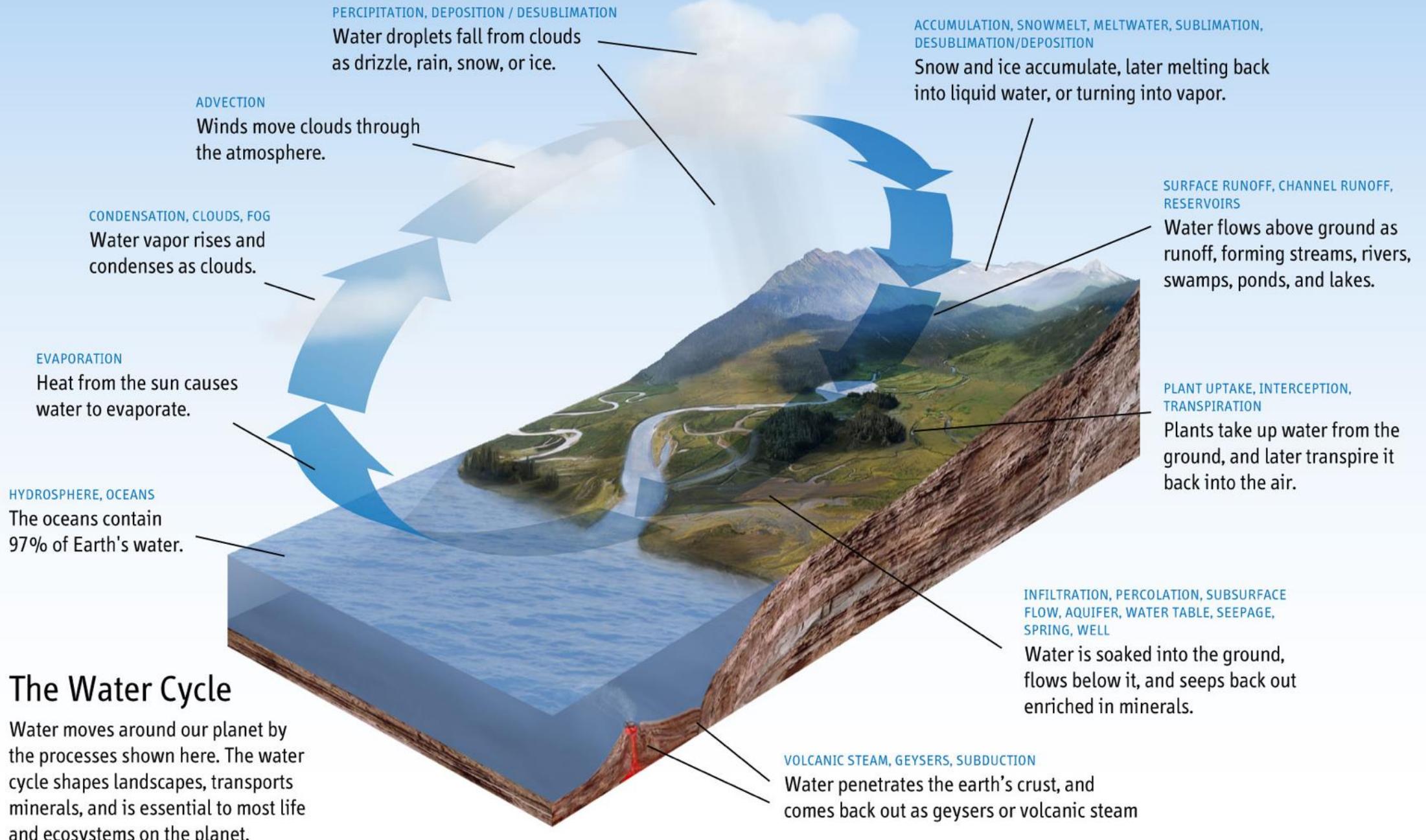
# Algunos servicios ecosistémicos provistos

## Aprovisionamiento

Pesquerías y acuicultura  
Agua potable  
Materia prima biológica (algas)  
Agua para otros consumos  
Agua para energía (Generación hidroeléctrica)  
Fuente de agregados (ej. Arena y grava)

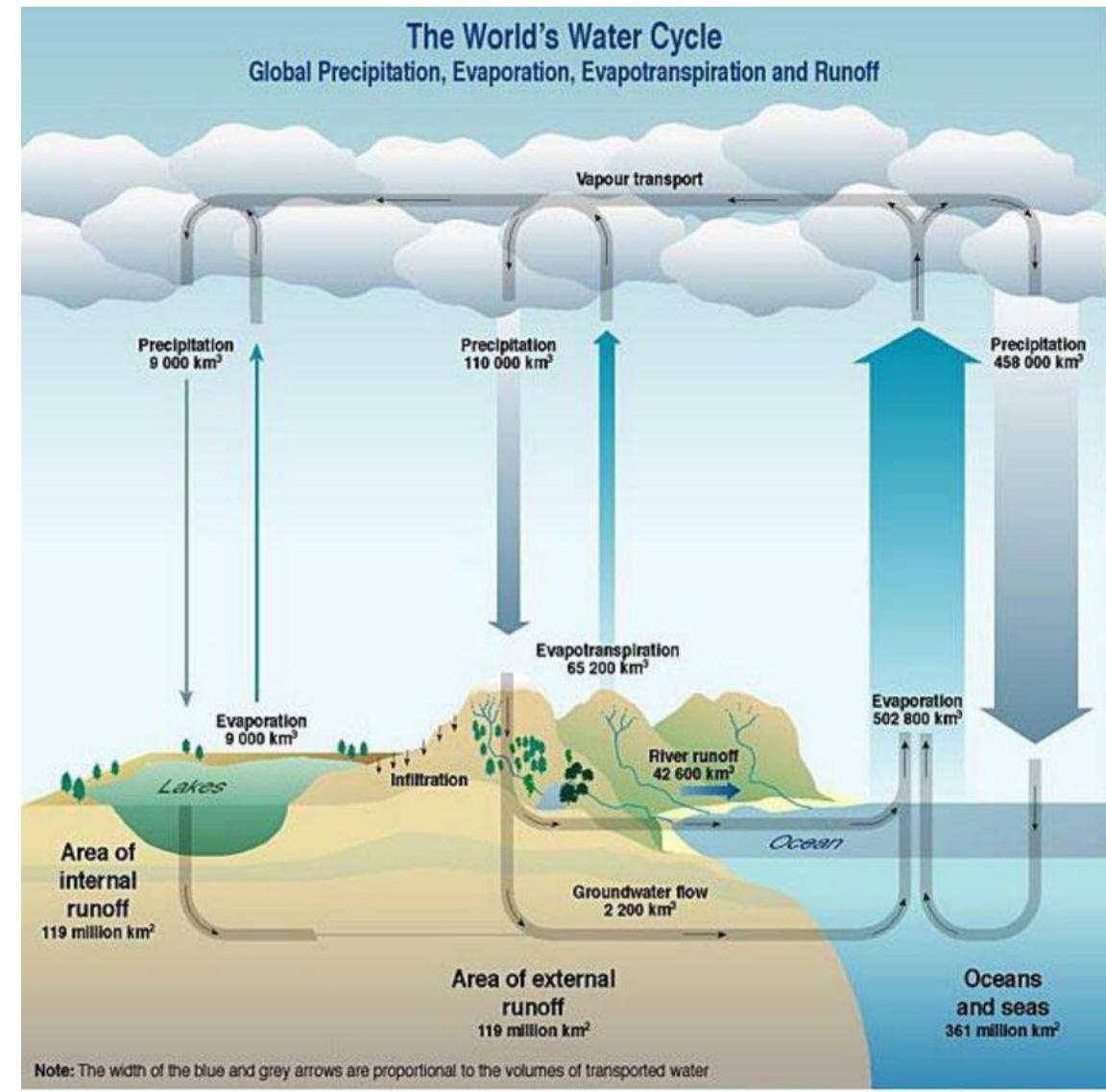
## Regulación

Purificación del agua  
Regulación de la calidad del aire  
Prevención de la erosión  
Protección a inundaciones  
Mantenimiento de poblaciones y hábitats  
Control de pestes y enfermedades  
Secuestro de carbono  
Regulación del clima local



# El flujo del agua en el planeta

- Existe un volumen fijo de agua que se desplaza entre los diferentes compartimientos:
  - Océanos
  - Aguas continentales (ríos, lagos, humedales, nevados, glaciares, etc.)
  - Atmósfera
  - Biósfera (plantas y animales)
  - Aguas subterráneas
- El agua es un recurso renovable, mas no es infinito.
- Un recurso renovable es aquel que es repuesto en el sistema por medios naturales. Mas sin embargo, la actividad humana puede generar cambios en los patrones espaciales y temporales de disponibilidad del recurso.



Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999; Max Planck, Institute for Meteorology, Hamburg, 1994; Freeze, Allen, John, Cherry, Groundwater, Prentice-Hall: Englewood Cliffs NJ, 1979.



# Principios de hidrología

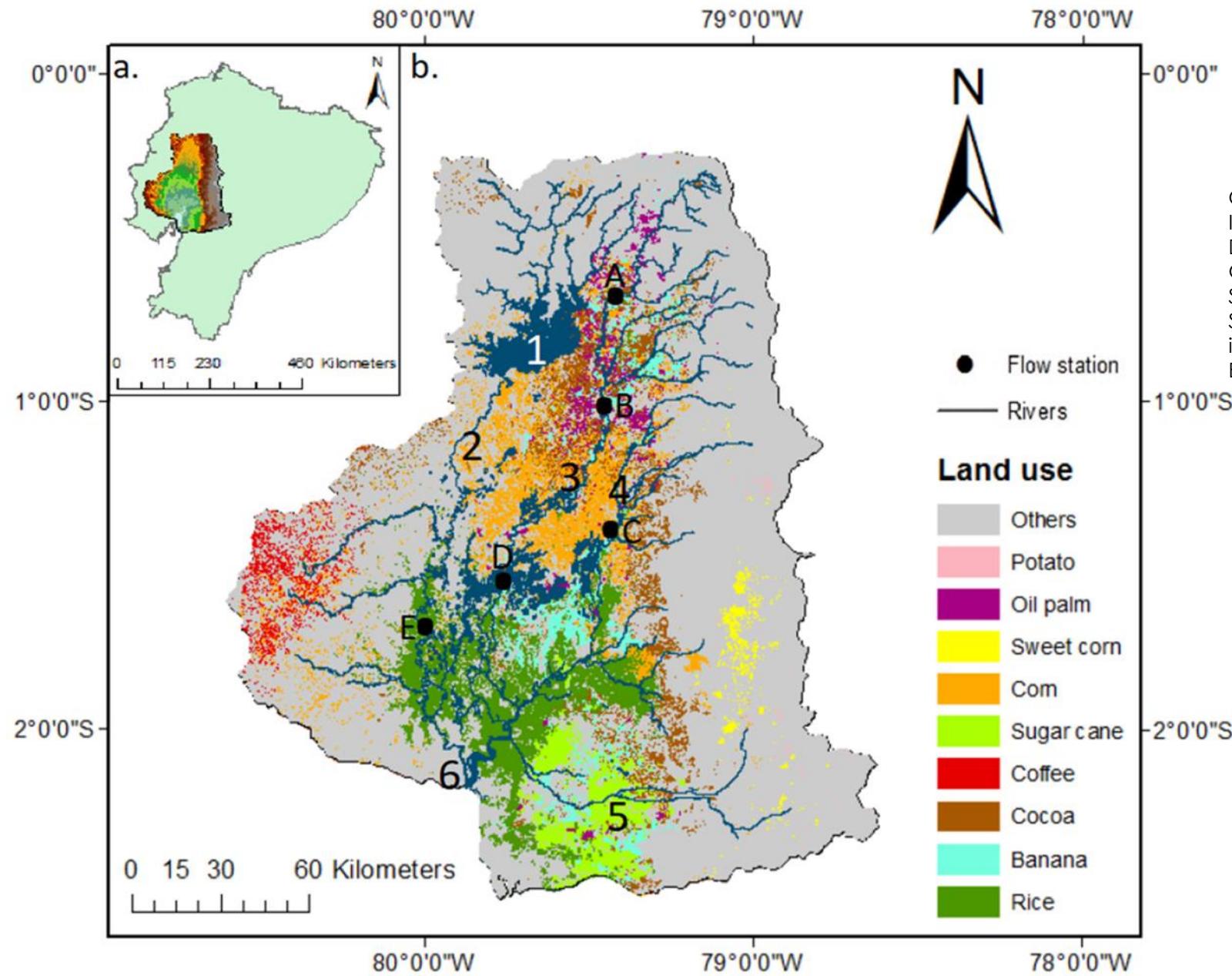
para la gestión del agua

# Todos vivimos en una Cuenca hidrográfica

- La Cuenca hidrográfica es la unidad natural de estudio y de gestión del agua.
- Una cuenca hidrográfica es toda el área que genera escorrentía aguas arriba de un punto de referencia en el cauce principal.
- La Cuenca tiene una oferta y una demanda hídrica



## La cuenca del río Guayas



Cambien, N., Gobeyn, S., Nolivos, I., Forio, M. A. E., Arias-Hidalgo, M., Dominguez-Granda, L., ... & Goethals, P. L. (2020). Using the Soil and Water Assessment Tool to Simulate the Pesticide Dynamics in the Data Scarce Guayas River Basin, Ecuador. *Water*, 12(3), 696.

# Oferta y demanda hídrica

## Oferta hídrica

Representada por el agua presente en cuerpos de agua superficial y subterránea que puede sostener las actividades humanas y los ecosistemas que se encuentran en la Cuenca.

Se debe considerar que la oferta no está dada solo por el volumen de agua, sino también por su calidad.

Existen criterios de calidad Ambiental que indican la idoneidad o no del agua para un determinado fin (ej. Potabilización, agricultura, recreación, pesquerías, sustento de ecosistemas, etc.).

## Demanda hídrica

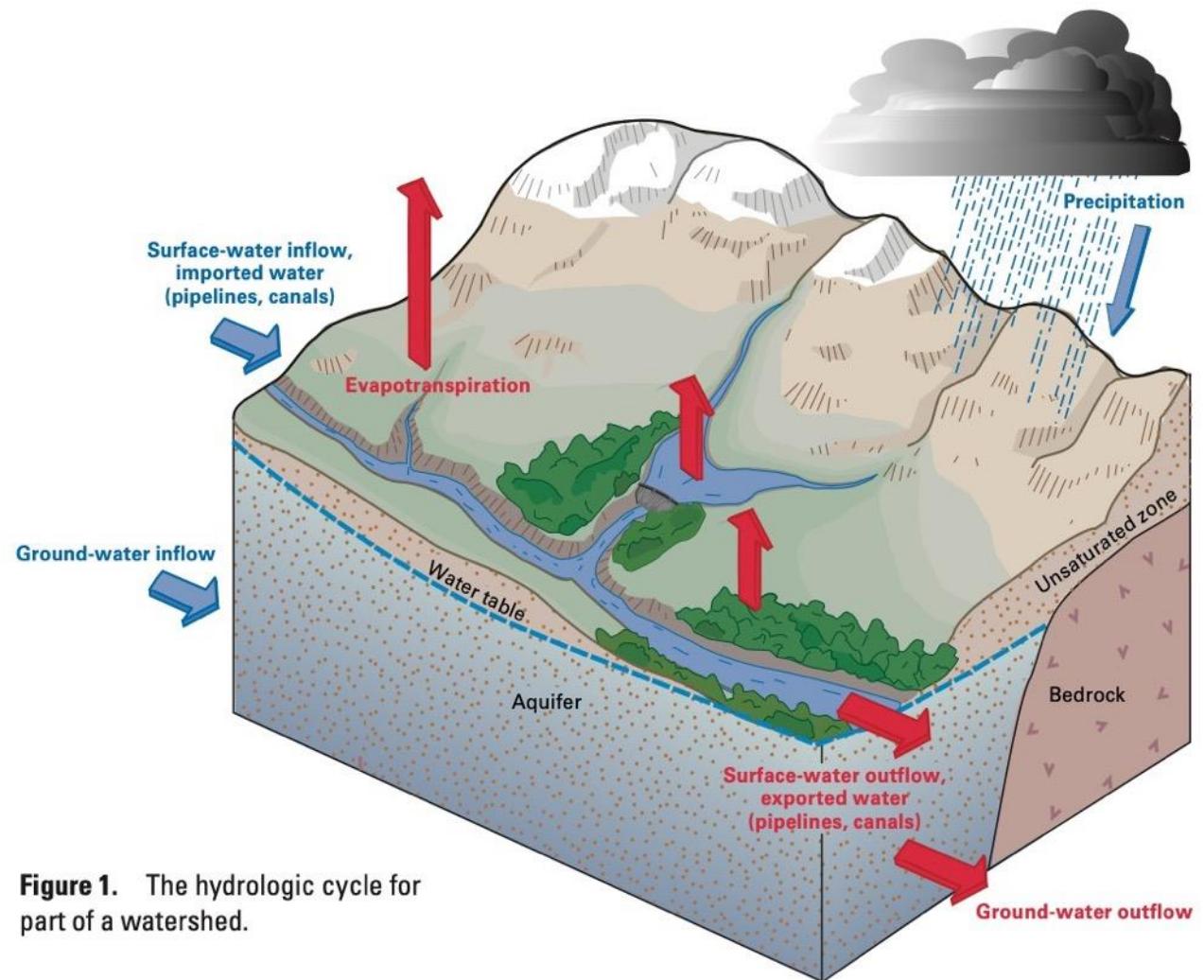
Dictaminada por los requerimientos de agua que imponen los habitantes de una Cuenca, sumados a aquellos requerimientos dados por parte del ecosistema (terrestre y acuático) y su biodiversidad.

A nivel de Cuenca, esta demanda está íntimamente ligada al uso de suelo de la misma, donde cuencas con una dedicación predominantemente agrícola representan una alta demanda del recurso (mayor al 80%).

Hoy en día esta demanda está dada por la urbe, el sector industrial y agrícola, así como también por el sector energético, dando como resultado una interrelación entre ellos (**Nexo Alimento-Agua-Energía**)

# Balance hídrico

- Si tomamos a la Cuenca hídrica (o una sección de ésta) como unidad de análisis, es posible la siguiente aproximación:
- $P + Qin = ET + \Delta S + Qout$
- Esta ecuación general de balance de masas es empleada para la **gestión del agua en la cuenca**.
- Esta ecuación puede ser tan compleja como elementos y procesos del ciclo hidrológico sean considerados.
- Si  $\Delta S$  es negativo, entonces la Cuenca presenta un **déficit hídrico**.



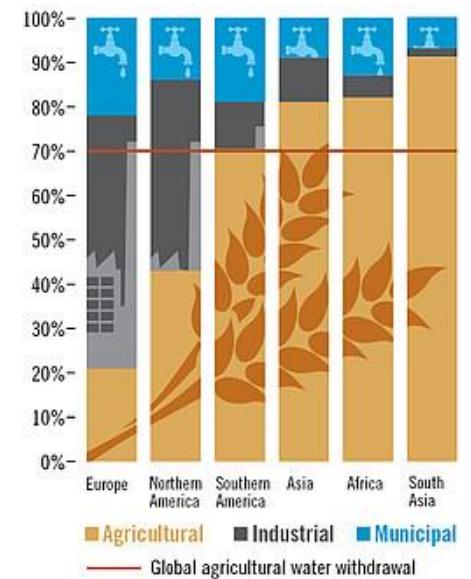
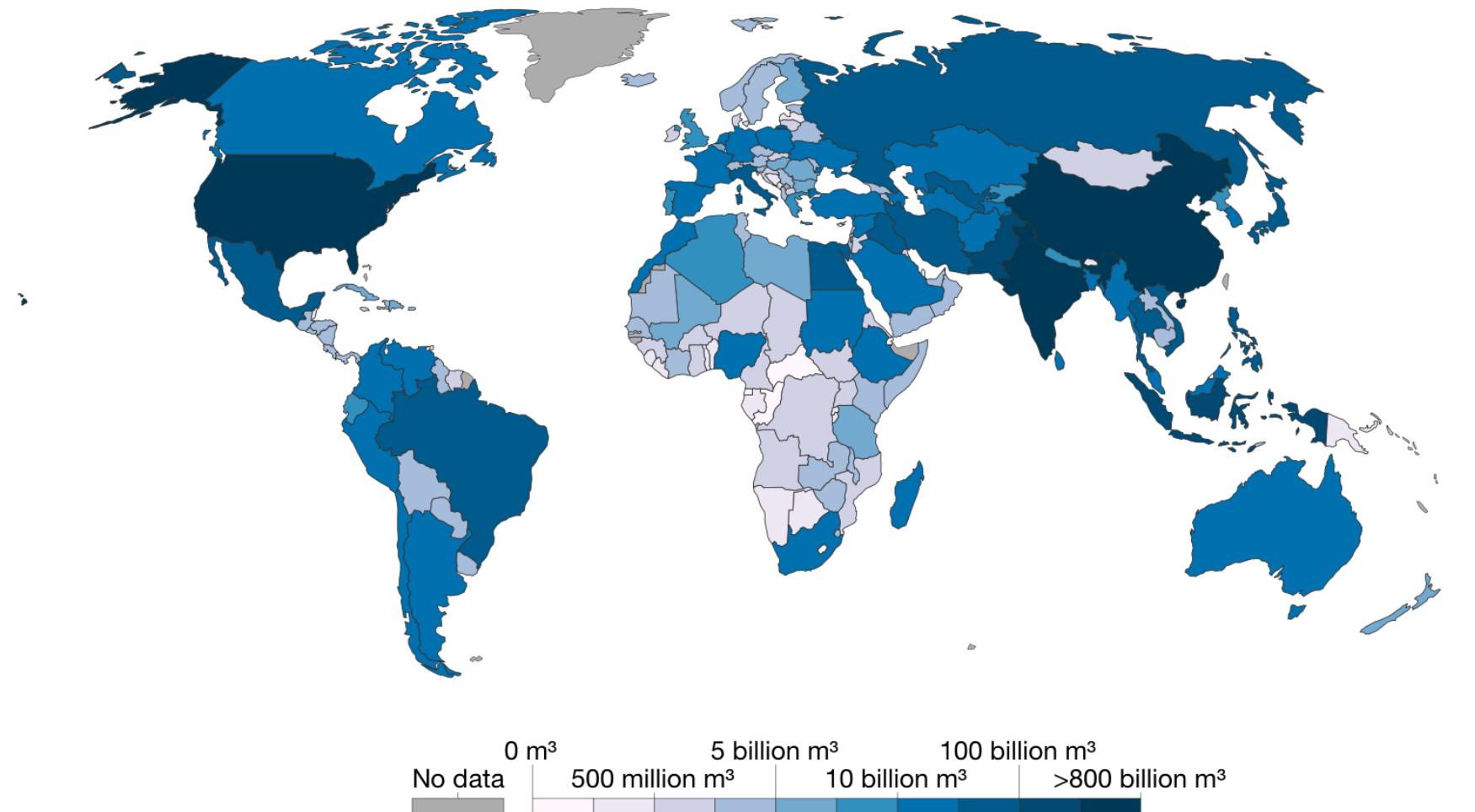
**Figure 1.** The hydrologic cycle for part of a watershed.



# Amenazas a la seguridad hídrica

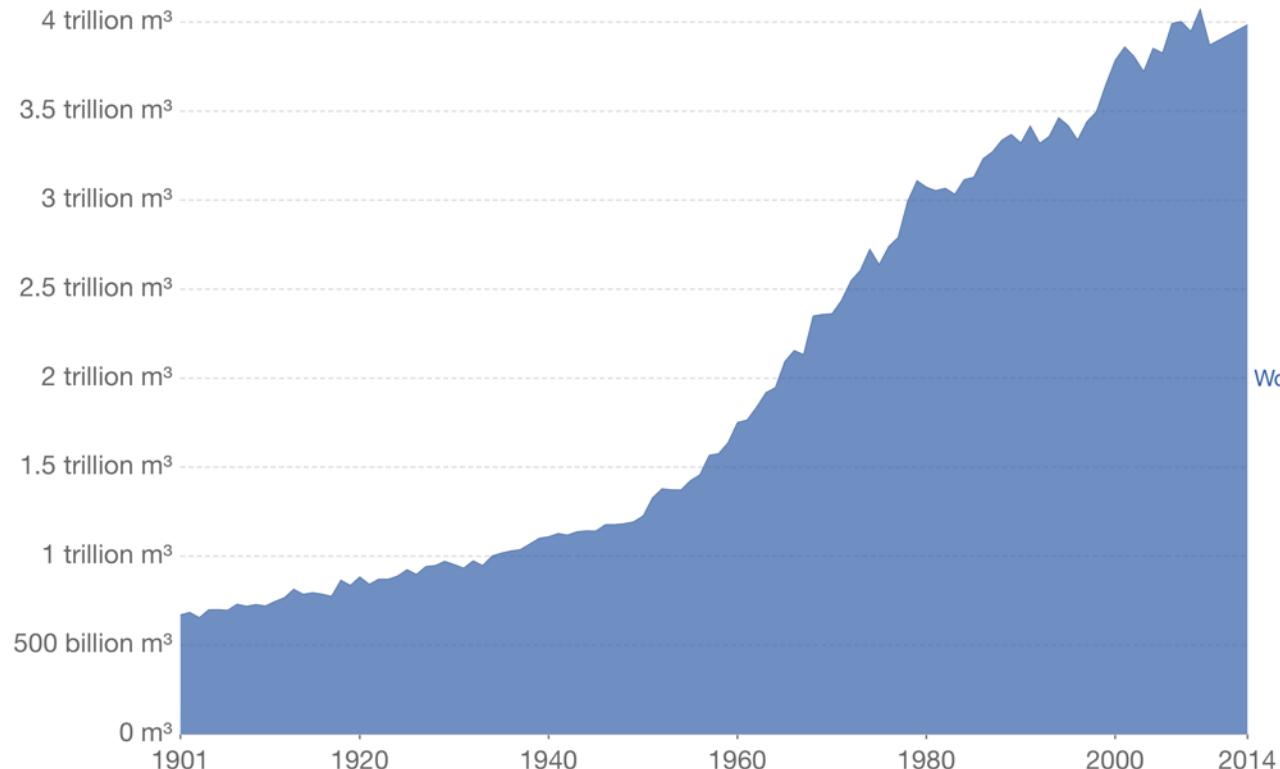
# Annual freshwater withdrawals, 2014

Annual freshwater withdrawals refer to total water withdrawals, not counting evaporation losses from storage basins, measured in cubic metres ( $m^3$ ) per year. Total water withdrawals are the sum of withdrawals for agriculture, industry and municipal (domestic) uses. Withdrawals also include water from desalination plants in countries where they are a significant source.



## Global freshwater use over the long-run

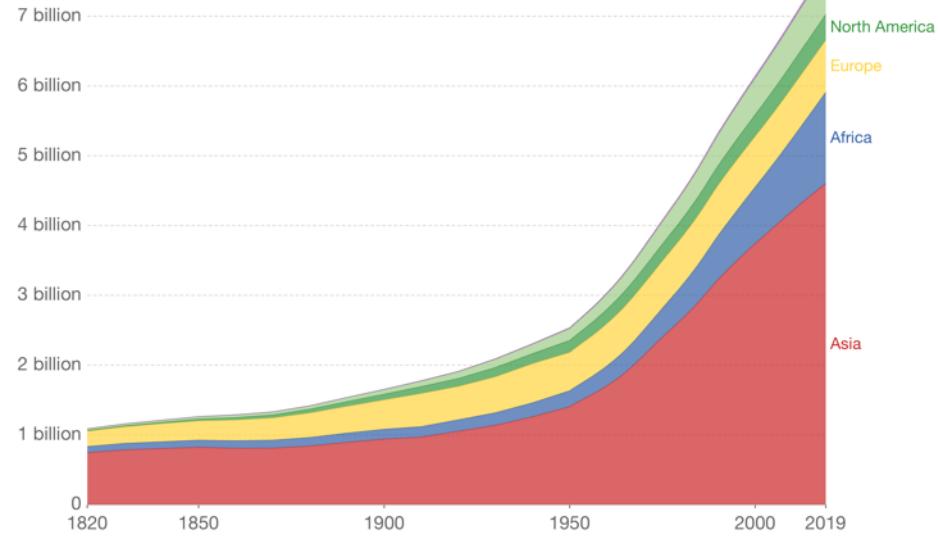
Global freshwater withdrawals for agriculture, industry and domestic uses since 1900, measured in cubic metres (m<sup>3</sup>) per year.



Source: Global International Geosphere-Biosphere Programme (IGB)

[OurWorldInData.org/water-access-resources-sanitation/](https://OurWorldInData.org/water-access-resources-sanitation/) • CC BY

## World population by region

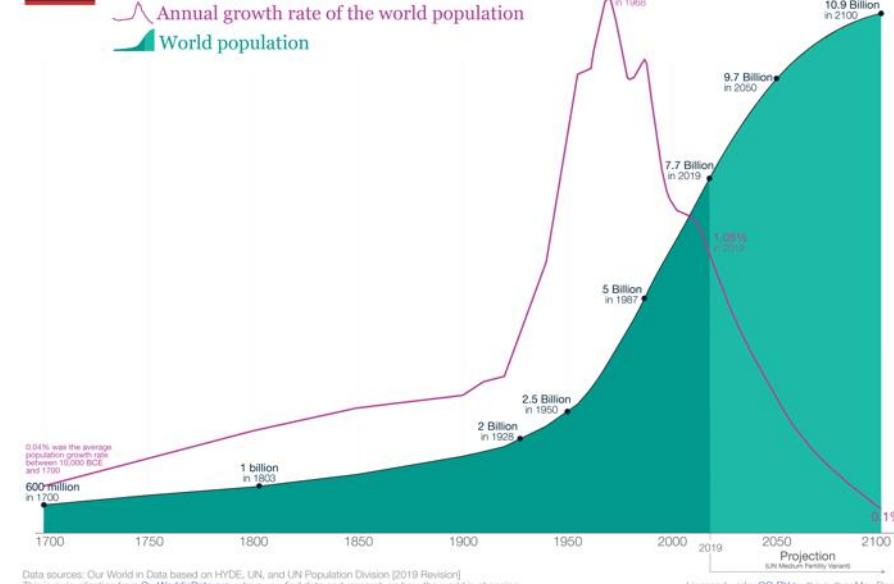


Source: HYDE (2016) & UN (2019)

[OurWorldInData.org/world-population-growth/](https://OurWorldInData.org/world-population-growth/) • CC BY

## World population growth, 1700-2100

Annual growth rate of the world population  
World population



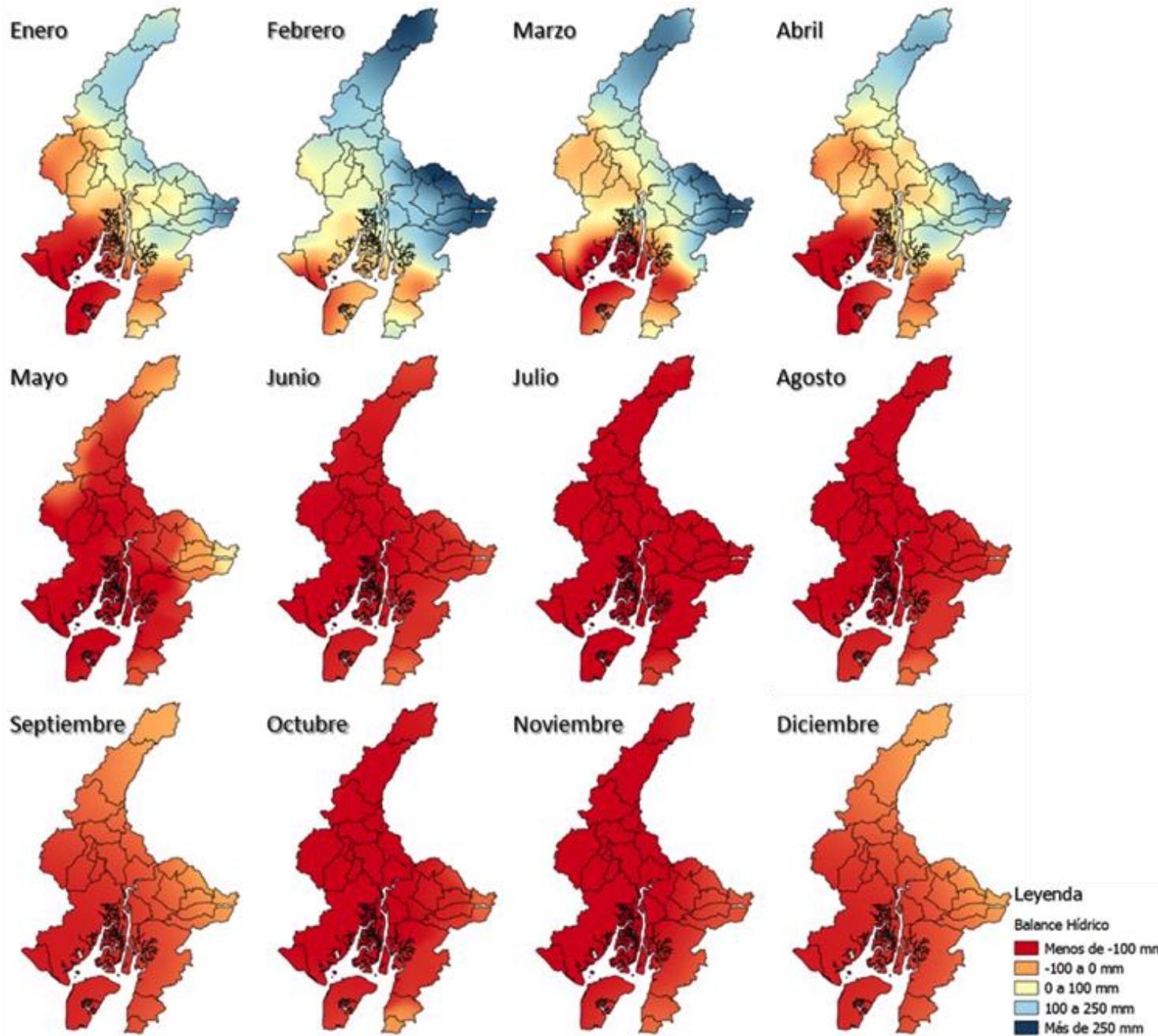
Data sources: Our World in Data based on HYDE, UN, and UN Population Division (2019 Revision)  
This is a visualization from OurWorldInData.org, where you find data and research on how the world is changing.

Licensed under CC-BY by the author Max Roser

El crecimiento poblacional y el consiguiente incremento en la demanda del agua para las ciudades y para la producción de alimentos ejercen una presión importante sobre el sistema.

# Déficit hídrico

- El déficit hídrico corresponde a aquella situación (en espacio y tiempo) en la cual el agua del Sistema (la Cuenca) no es capaz de satisfacer la demanda de la misma.
- La demanda de agua no solo está dada por los usos que el hombre le da al agua (ej. Producción de energía, agua para riego, agua potable, recreación, etc.) sino además por el volumen necesario para el sustento de los ecosistemas que dependen de ésta agua así como su biodiversidad.
- Hoy en día se busca una cantidad mínima de agua requerida por el ecosistema a fin de mantenerse saludable (asegurando los servicios ecosistémicos que este provee). Este caudal es conocido como **caudal ecológico**.



Mapa climático del Balance Hídrico en la Provincia del Guayas (período de retorno de 2 años). Plan Provincial de Riego y Drenaje de la Provincia del Guayas. (Matamoros, 2015)

# Escasez hídrica

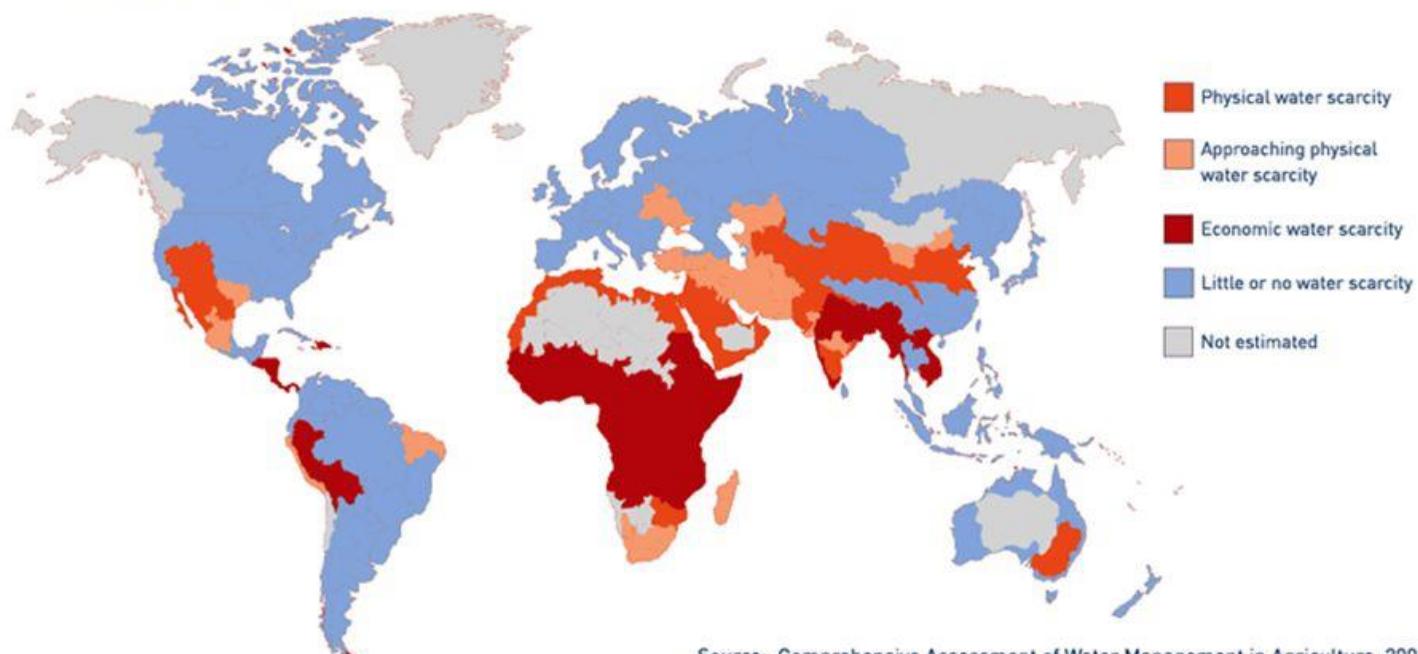
## AREAS OF PHYSICAL AND ECONOMIC WATER SCARCITY

**Physical water scarcity**  
water resources development is approaching or has exceeded sustainable limits. More than 75% of the river flows are withdrawn for agriculture, industry, and domestic purposes (accounting for recycling of return flows). This definition—relating water availability to water demand—implies that dry areas are not necessarily water scarce.

**Approaching physical water scarcity.** More than 60% of river flows are withdrawn. These basins will experience physical water scarcity in the near future.

**Economic water scarcity**  
(human, institutional, and financial capital limit access to water even though water in nature is available locally to meet human demands). Water resources are abundant relative to water use, with less than 25% of water from rivers withdrawn for human purposes, but malnutrition exists.

**Little or no water scarcity.**  
Abundant water resources relative to use, with less than 25% of water from rivers withdrawn for human purposes.



Source: Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007

Sin embargo, la escasez de agua no solo es física, puede ser también económica.

Falta de capacidades humanas, institucionales y financieras pueden limitar la provisión de agua, aún cuando ésta está físicamente presente.

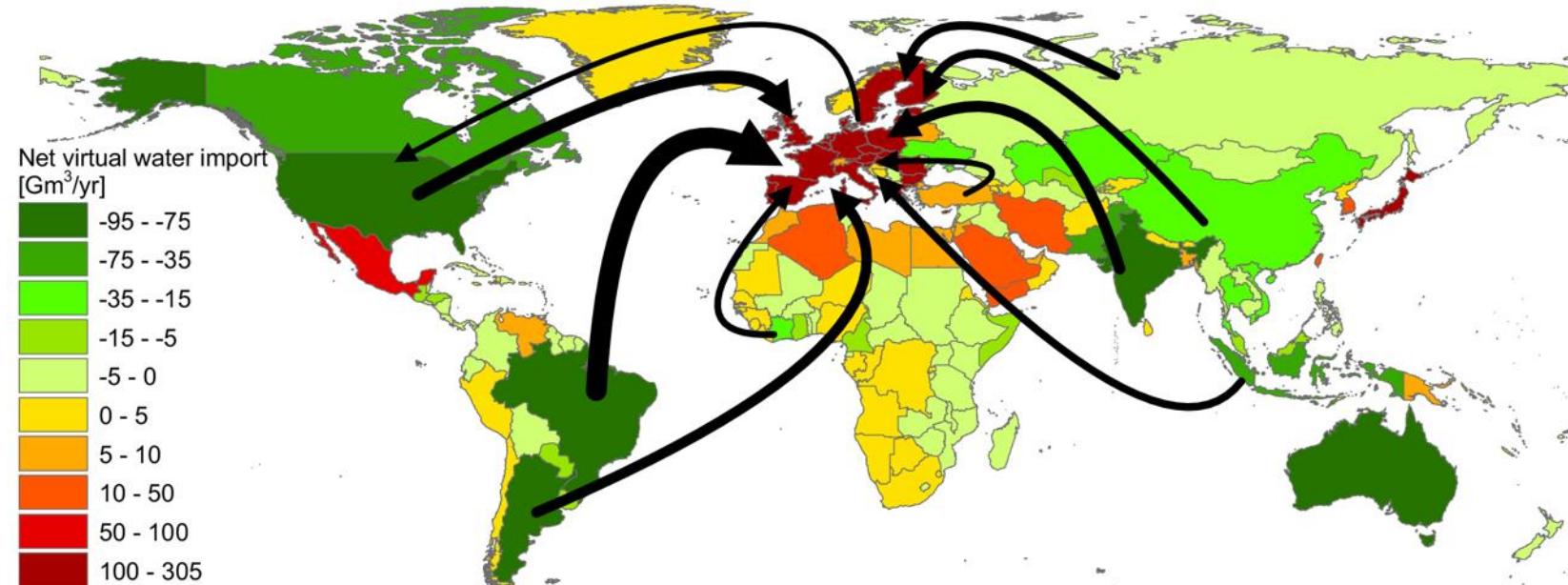
# El comercio del agua virtual

## Agua virtual

Aquellos países que experimentan un déficit hídrico que limita la producción para satisfacer las necesidades de sus ciudadanos (ej. Alimentos), tienen la oportunidad de importar productos desde otras partes del mundo.

El agua empleada para la producción de bienes y servicios (ej. Energía) que satisfacen a otras regiones es considerada un “agua virtual”.

Este concepto permite cuantificar las interdependencias entre regiones dentro de un país y el mundo.



Agua virtual importada a Europa.

<https://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/virtual-water-trade/>

# Deterioro ambiental

## Degradación de la calidad de agua

Factores como la falta de saneamiento en la cuenca que conlleva a la emisión de descargas con/sin/con limitado tratamiento pueden conllevar a la liberación de contaminantes urbanos, industriales y agrícolas hacia los cuerpos de agua superficial y subterráneos.

Las cuencas agrícolas presentan un alto riesgo de contaminación por la aplicación de fertilizantes (nitrógeno y fósforo), así como por la aplicación de pesticidas sintéticos.

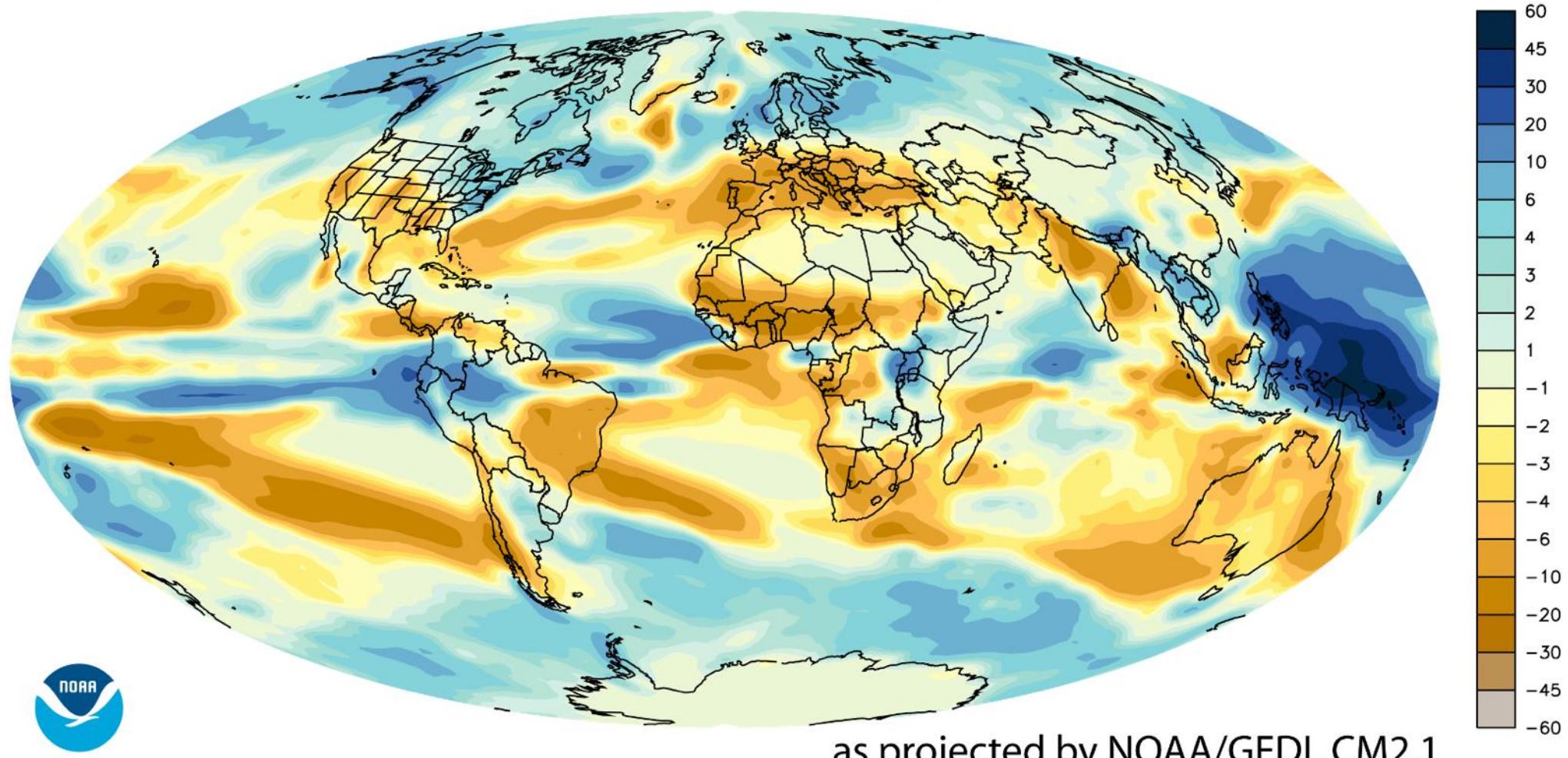
## Deterioro del ecosistema

Contaminantes liberados a cuerpos de agua superficial ponen en riesgo el mantenimiento de la biodiversidad que en ellos habita, así como de sus servicios de regulación:

- Afectación a la pesquería
- Reducción de la capacidad de depuración de aguas residuales
- Pérdida de sitios de recreación (ej. Playas en ríos)
- Deterioro de la calidad de agua que es empleada para la agricultura.

# CHANGE IN PRECIPITATION BY END OF 21st CENTURY

## inches of liquid water per year





# Hacia una gestión integral de cuencas

Caso práctico

# Hacia una gestión cooperativa de cuenca

## Todos somos parte de la cuenca

La cuenca hidrográfica es la unidad de gestión del recurso hídrico.

Diferentes actores juegan un rol en la administración del recurso: administradores y usuarios.

Autoridades proveen las autorizaciones de uso y aprovechamiento del recurso para los diferentes fines.

Los usuarios establecen las demandas de agua en función de sus prácticas de uso (irrigación, producción de energía, recreación).





# Taller de trabajo

A EJECUTARSE EN EL COMPONENTE AUTÓNOMO CON SUPERVISIÓN DEL PROFESOR

# Caso de estudio: La cuenca del Río Guayas

- La ciudad de Guayaquil se encuentra en la desembocadura del río Guayas, siendo la ciudad más poblada de la cuenca.
- Proceda a investigar y discuta cuales son los retos que tiene la cuenca para alcanzar un desarrollo sostenible, centrado principalmente en aquellos objetivos de desarrollo sostenible de que están relacionados con el agua y el ambiente.